

جمعية المهندسين الملكية المصرية

تأسست فى ٣ دسمبر سنة ١٩٢٠

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ دسمبر سنة ١٩٢٢

محاضرة

كوبرى ادفينا

لحضرة محمد عبد الفتاح الانصارى

المهندس بمصلحة السكة الحديد

ألقيت بجمعية المهندسين الملكية فى يوم

٢٣ يونيو سنة ١٩٣٢

م. مصر سكر ٤٢١١/٣٢/١٠٠٠



جمعية المهندسين الملكية المصرية

تأسست فى ٣ دسمبر سنة ١٩٢٠

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ دسمبر سنة ١٩٢٢

محاضرة

كوبرى ادفينا

لحضرة محمد عبد الفتاح الانصارى

المهندس بمصلحة السكة الحديد

ألقيت بجمعية المهندسين الملكية فى يوم

٢٣ يونيو سنة ١٩٣٢

م. مصر سكر ٤٢١١/٣٢/١٠٠٠

كوبرى ادفينا

موقع الكوبرى والغرض من انشائه

فكرت مصلحة السكة الحديد فى انشاء خط حديدى من البصيلى إلى سيدى غازى لمنفعة أهالى شمال الدلتا (شكل نمرة ١) وهذا الخط يحتاج لأقامة عدة كبارى على ترع ومصارف وكوبرى على نهر النيل فرع رشيد جنوب سد ادفينا بمقدار ثلاثة كيلومترات وشمالى كوبرى دسوق بمقدار ثلاثين كيلو متراً تقريباً وهو موضوع كلمتى.

المباحث الأولية

بدأت المصلحة فى سبتمبر سنة ١٩٢٨ فى عمل القطاعات اللازمة على النيل وعمل الجسات لمعرفة نوع طبقات الأرض المختلفة فى الموقع المقترح انشاء الكوبرى عنده وهو شمال بلدة ادفينا باربعة كيلو مترات حسب التخطيط الأولى فوجد عرض النيل هنالك ٥٥٠ مترا ووصلت عملية الجس إلى

منسوب (— ٢٥) فلم تظهر طبقة تصلح لارتكاز القاسونات عليها لذلك فكرت المصلحة فى تعديل التخطيط وعمل الكوبرى على امتداد الخط الحالى بين اسكندرية وادفينا حيث وجد عرض النيل ٤٢٠ مترا وباعادة الجس ظهرت طبقة صالحة من رمل خشن به قليل من الزلط الرفيع على منسوب (— ١٥) ولم يوافق على أقامة الكوبرى فى هذا الموقع لتعارض الخط الحديدى مع بلدة مطوبس وكثرة التعويضات ولذلك فحصت المنطقة الجنوبية لبلدة ادفينا وبعد عمل عدة قطاعات أخرى قر الرأى على أقامته فى موضعه الحالى جنوب أدفينا بنصف كيلو مترا حيث يبلغ عرض النيل ٣٦٠ مترا وقد رفعت المنطقة التى حول الموقع الاخير ثم عملت جسات فى النيل فوجدت الطبقة الرملية الصالحة على منسوب (— ٢٨) ومما يسترعى النظر انه فى جميع الجسات السابقة وجدت طبقة نباتية (آخذة فى التفحم) يتراوح منسوبها (من — ١٤ الى — ٢٠) فى البر الأيسر ووسط النيل (ومن — ٥ر٦ الى — ١٢) فى البر الايمن

(والشكل نمرة ٢) قطاع عرضى للنيل يبين طبيعة الارض عند موقع الكوبرى .

تصميم الكوبرى

بعد ذلك شرعت المصلحة فى المقارنة بين عدة مشروعات للكوبرى باشكال وفتحات مختلفة انتخب منهما اثنان الأول بفتحات ٦٠ مترا قدرت تكاليفه بدون مشايات بمبلغ ١٤٠٠٠٠ جنيه والثانى بفتحات ٨٠ مترا وقدرت تكاليفه بمبلغ ١٣٠٠٠٠ جنيه وذلك لان المبانى تصل إلى منسوب عميق نتج عنه ارتفاع تكاليفها فكان تقليل عدد البغال وتكبير الفتحة ادعى إلى الاقتصاد ففضل المشروع الثانى وبدىء فى تصميم الكوبرى بقلم كبارى السكة الحديد — وعملت جميع الحسابات اللازمة للمبانى والحديد ومحركات الدوران وجميع الرسومات التفصيلية مع مراعاة امكان أضافة مشايات جانبيه للكوبرى عند الحاجة .

المبـــانى

ا) البغال والقاسونات

تتركب اساسات البغال كما فى (الشكل نمرة ٣) من قاسونات من الصلب تملأ بالخرسـانة بسمك متر ونصف ومجوفة من الداخل تنزل بالحفر داخلها تحت حمـاية الهواء المضغوط إلى منسوب (— ٣٠) وتربط من الداخل باسقف من الخرسـانة المسلحة بسمك ٤٠ سم كل اربعة امتار من الارتفاع وفى اعلاها مخدة خرسـانية مسلحة بسمك مـتر سطحها عند منسوب (—٧٠ر٠) أى اسفل اوطى التحاريق بنصف متر ثم تبنى فوقها البغلة من الخرسانة العادية (١:٥ر٢:٥) ومصمتة من الداخل بارتفاع اربعة امتـار وعرضها أقل من عرض القاسون وسطحها الخارجى من الحجارة الصناعيـة وفى أعلاها مخدة من الخرسانة المسلحة بسمك ٦٠سم تثبت عليها كراسى الكمرات الرئيسية للكوبرى ومنسوبها العلوى (+ ٠ر٤) واعلى ما وصل اليه الفيضان منسوب (+ ٩٠ ر٣) فى سنة ١٨٧٤

وحسبت الأساسات لنقل الاحمال بالارتكاز على الطبقة الرملية وبالاحتكاك بين سطحها الخارجى وطبقات الارض الملاصقة لها .

ولقد بلغ أقصى حمل على البغلة التى بين الفتحتين الثابتتين ٥٨٠٠ طن منها ٧٠٠ طن بالاحتكاك و ١٧٠٠ طن بدفع المياه لأعلى

و ٣٤٠٠ طن ينتقل بالارتكاز على الطبقة الرملية عند منسوب (— ٣٠) بمعدل ٦ كيلو جرام على السنتمتر المربع. تزاد الى ٩ كيلو جرام / سم٢ بتأثير القوى الأفقية

ب) الاكتاف واجنحتها

يتكون أساسها من خوازيق من الخرسانة المسلحة (١ : ٥ر١ : ٣) ويبلغ الحمل الواقع على الخازوق الواحد ٢٨ طن وقطاعه ٣٠ فى ٣٠ سم وطوله التصميمى ١٢ مترا للكتف الغربى و ١٤ مترا للشرقى على ان يعين الطول اللازم بالتجربة حسب سهولة اختراق الخازوق لطبقات الأرض وتعلو الخوازيق مخدة من الخرسانة بسمك متر تبنى فوقها الاكتاف

والاجنحة من خرسانة عادية (١ : ٥ر٢ : ٥) وتعلو الاكتاف مخدة من الخرسانة المسلحة بسمك ٦٠سم ترتكز عليها الكراسى (شكل نمرة ٤) ويتكون التسليح تحت الكراسى من عامود من الاسياخ بشكل حلزونى لوقاية المخدة من التشريخ بحسب اهتزازات القطارات المتكررة .

ونظرا لأرتفاع تكاليف الجرانيت عملت واجهة المبانى من الاحجار الصناعية حيث تؤدى الغرض المطلوب وتكاليفها أقل من نصف تكاليف الجرانيت .

الجزء المعدنى

طول الجزء المعدنى ٣٠٠ متر ويتكون كما فى (الشكل نمرة ٥) من ثلاث فتحات ثابتة طول كل منها ٨٠ مترا وهى اكبر فتحة بالكبارى التى عملت بمصر للآن وفتحتين ملاحيتين طول كل منهما ٢٥ متراً ولم تعمل الفتحتان الملاحيتان فى أعمق نقطة فى النيل لوجود دوامات كثيرة فى هذه المنطقة علاوة على ان سرعة التيار عظيمة جدا لضيق مجرى النيل عند موقع الكوبرى ولوجود منحنى امامه مما يجعل الملاحة عسرة خاصة وقت الفيضان .

ا) حمولة الكبرى

تقضى مواصفات المصلحة بالا تزيد الجهود فى الحديد عن ١١ كيلو جرام على المليمتر المربع تحت تأثير حمل القطار التصميمى والطرق الذى قدر فى حالة الفتحة الثابتة بمقدار ٣٤ ٪ من وزن القطار و٤٥ ٪ فى حالة الفتحة الملاحية ويتكون القطار التصميمى من قاطرتين من الطبقة الأولى وزن كل منهما ١٣١ طنا وخلفهما عربات حمولة الواحدة ٣٠ طنا (شكل نمرة ٦).

وصممت المشات لتحمل سيارات حمولة الواحدة ٨ طن (شكل نمرة ٧) وبجوارها حمل موزع مقداره ٤٠٠ كيلو جرام على المتر المسطح.

ب) الفتحة الثابتة

تتركب كل فتحة ثابتة من كمرتين رئيسيتين شبكيتين شكل V وهو النوع الاكثر شيوعاً فى الوقت الحاضر لقلة عدد الوصلات فيه ويبلغ ارتفاع الكمرات فى الوسط ١٢ مترا أى $\frac{1}{7}$ الفتحة تقريبا و٨ متر فى الاطراف وتبعد

الكمرتان عن بعضهما ٣٠ر٥ مترا من المحور للمحور وهو أقل اتساع ممكن لمرور خط حديدى مفرد وتربط الكمرات الرئيسية ببعضها من اعلى بكمرات شبكية عرضية ومن اسفل بكمرات عرضية مصمتة الروح كل ثمانية أمتار ترتكز على قواعدها السفلى كمرتان طوليتان مصمتة الروح وتبعدان عن بعضهما مترا ونصف تركب فوقهما الفلنكات ثم القضبان (شكل نمرة ٨) وترتكز كل كمرة رئيسية على كرسيين مثبتين فى البغال الأول ثابت والثانى يسمح للكمرات بالتمدد أو التقلص حسب اختلاف درجات الحرارة .

م) الفتحة المتحركة

شكلها وتركيبها كالفتحات الثابتة الا ان ارتفاعها فى الوسط ٨ متر وفى الأطراف ٥ ر٦ متر ويتحرك الكبرى باليد تحركا أفقياً على درافيل فوق بغلة الصنية ولا يحمل محور الدوران أى حمل رأسى بل يقاوم الاحمال الجانبية فقط وأمام بغلة الصنية صندلان وحولها عوامات لحمايتها من أى تصادم ولأرشاد المراكب أثناء مرورها .

وترتكز أطراف الكوبرى عند قفله على البغال بواسطة خوابير تتحرك أفقيا فترفع الأطراف مسافة معينة تتوقف على درجة الحرارة لتفادى رد الفعل السلبى والطرقات المتتالية على الخوابير عند مرور القطارات .

ى) المشايات

تتركب المشايات من كوابيل بطول ٣ر٤٠ مترا تربط كل ثمانية امتار فى الكمرات الرئيسية ويعلوها اربع كمرات طولية مصمتة الروح تركب عليها كمرات عرضية خشبية يعلوها أرضية من الواح خشبية ويتكون السطح العلوى من طبقة من الاحيال المقطرنة وعرض كل مشاية ٢ر٧٠ مترا والافريز ٧٠سم (شكل نمرة ٨) وقد بلغت تكاليفها ٢٨٠٠٠ جنيه خصمت على حساب مصلحة الطرق والكبارى .

العطاءات ودفاتر الشروط

ا) دفاتر الشروط

يوجد بالمصلحة دفتر شروط عام لجميع الكبارى والعمليات وينقسم الى قسمين الأول يحتوى على الشروط الادارية

كطريقة تقديم العطاءات ودفع التأمينات وكيفية المخابرات ومسئولية المقاول والمصلحة كلا على حده وغير ذلك. والقسم الثانى يحتوى على الشروط الفنية ويبين القوانين والأعمال التى تستعمل فى حساب الانشاءات سواء كانت حديدية أو من الخرسانة أو من المبانى والشروط التى يجب أن تتوفر فى المواد الخام قبل استعمالها وكيفية استعمالها فى الانشاءات والتجارب الواجب عملها على الانشاءات والكبارى قبل استلامها من المقاول — وعلاوة على هذا الدفتر يعمل دفتر خاص لكل عملية على حده ويبين فيه المطلوب انشاؤه بمعرفة المقاول والمدة الواجب انهاء العمل فيها والغرامات فى حالة التأخير ويحتوى على جدول به مقدار وكمية كل نوع من الأعمال على حده لكى يضع المقاول أمام كل صنف الفية التى توافقه كما أنه يحتوى على بعض شروط فنية وادارية تستلزمها الحالة الخاصة للعملية .

ب) العطاءات

تقدم فى هـذه المناقصة تسعة عطاءات منها ثمانية من بيوتات هندسية كبيرة . ثلاث شركات انكليزية وشركتان المانيتان وشركتان طليانيتان وشركة بلجيكية وشركة نمساوية وبدأت المصلحة فى مراجعة فيئات وملاحظات كل شركة فوجدت ان أقل عطاء كان لشركة انطونيو بادونى الطليانية وقدره ١١٢٠٠٠ جنيه ولما كانت هذه الشركة ليست ضمن كشف البيوتات الهندسية الكبيرة المسموح لها بتقديم عطاءات عن أعمال السكة الحديد التى من الدرجة الأولى قبل العطاء الثانى وقدره ١١٦٠٠٠ جنيه (بخلاف المشايات) وهو لشركة كليفلند الانجليزية وأعطى لها أمر التشغيل فى ٢٤ ديسمبر سنة ١٩٢٩ ويبين الجدول الآتى توزيع تكاليف الكبرى بين المبانى والحديد

النـــــوع	الوزن بالطن	التـكاليف
الصلب المطروق	١٥٦٠	٤٥٠٠٠ جنيهاً
الصلب المصبوب	١٠٠	١٠٠٠٠ »
الأربع بغال		٤٧٠٠٠ »
الـكتفان		٦٩٠٠ »
العوامات		٤٨٠٠ »
الصنادل		٢٠٠٠ »
		١١٥٧٠٠

تنفيذ الـكوبرى

بدأ المقاول باستلام الأرض التى أجرتها له المصلحة وقام بعمل استراحاته ومكاتبه وورشه ومخازنه وملحقاتها ثم عمل دمسه على خوازيق خشبية فوق مسطاح النيل بجانب الجسر وأنشأ عليها غرفتين وضع فى الأولى ثلاث ماكينات لضغط الهواء اثنين منها تساعد على تغويص القاسونات وثالثة صغيرة للبرشام وكذلك خزان للهواء المضغوط وآلة

بخارية لادارة مولد كهربائى والغرفة الثانية بها غلايتان وماكينة لتغذيتهما بالماء وحوض لترشيح المياه وبجانب الغرفتين ركبت غرفة طبيـة لاسعاف كل عامل يصاب أو يعرض من تأثير الهواء المضغوط داخل القواسين وفى الوقت نفسه بدأت المصلحة فى اقامة استراحاتها ومكاتبها وعينت لهذه العملية مهندسا مسئولا يساعده مراقبان مقيمان بنقطة العمل باستمرار .

الآلات والمهمات التى وردت للمقاول

أنشأ المقاول أرصفة خشبية على الشاطىء ترسو عليها المراكب واستحضر ثلاث ونشات حمولة ٣ طن وونشين بخاريين حمولة ٥ طن وآخرين حمولة ٧ طن وونشين حمولة ١٠ طن والأخيرة هى التى ساعدته فى رفع الأتربة من القواسين وفى تركيب الكمرات الحديدية وماكينتين لخلط الخرسانة وطامبتى بنزين لنزح الميـاه وونش يدار بالبنزين ومندالتين ٥ر١ طن لدق الخوازيق الخشبية ومندالة بخارية ٣ طن للخوازيق الخرسانية .

وكان يستورد كميات الزلط والرمل اللازمة من أجود الأنواع من محاجر أبو زعبل أما الأسمنت فمن ثلاثة أنواع. الأول جلنجهام للأحجار الصناعية ـ والثانى معصرة طره للخرسانة العادية ـ والثالث فروكريت للخرسانة المسلحة والخوازيق .

وتقوم المصلحة بتجربة عينات من الأسمنت فى معمل خاص بهندسة السكة الحديد قبل التصريح باستعماله .

الكوبرى المؤقت

بعد أن وردت الخوازيق الخشبية بدأ المقاول بدقها فى عرض النيل الى عمق ٦ متر تحت القاع وفى صفوف عرضية تبعد عن بعضها ثمانية أمتار ويتكون كل صف من ثلاثة خوازيق وبعد أن تم دقها ربطت ببعضها ولوحت من أعلا وتكون من ذلك كبرى يمتد من الشاطىء الأيسر الى ما بعد أول بغلة بعشرين متراً .

الاحجار الصناعية

انتدبت شركة كليفلند المقاول ميتشل لعمل هذه

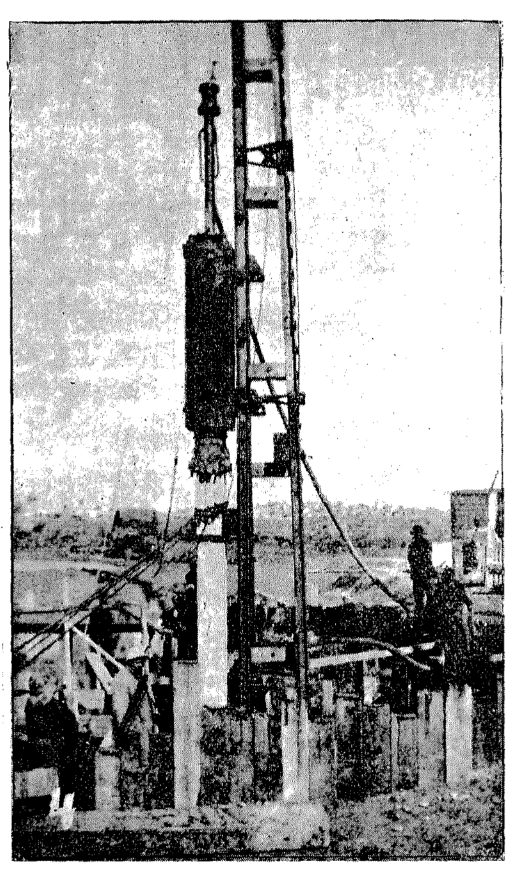
الأحجار فابتدأ بعمل نماذج من الجبس بشكل الأحجار المطلوبة وصب على هذه النماذج جملة فرم بعضها من الخرسانة المسلحة والآخر من الجبس واستعملت الأولى للأحجار المطلوب منها كميات كبيرة والثانية للأحجار القليلة العدد كالمستعملة فى النواصى والوصلات

يتكون النموذج من خمسة جوانب من ألواح من الجبس إحداها به الحلية والشطف المطلوب فى الواجهة وتركب مع بعضها وتمسك من الداخل بشكالات من الخشب ويدهن النموذج بالجمالكة لدرجة اللمعان كى لا يتماسك مع خرسانة الفرم .

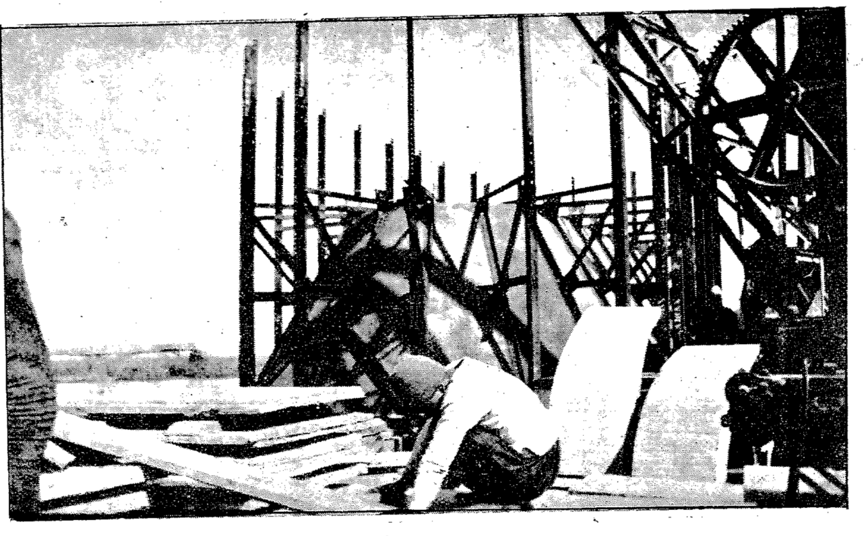
ثم يعمل صندوق خشب حول النموذج وعلى بعد ٥ سم منه ويوضع فى الفراغ الناتج بعض أسياخ ٢ لينيه ويملأ بالخرسانة جنبا بعد الآخر شكل نمرة ٩ وبعد أن تجف تجمع الى بعضها على طبلية من الخشب وتربط بواسطة الزراجين أو القمط شكل نمرة ١٠ ثم تصب الخرسانة داخلها وترفع الفرم بعد ٢٤ ساعة من وقت الصب .

الكتف الغربى

فى أثناء عمل الكبرى المؤقت كان العمل جاريا فى الحفر مكان الكتف الغربى الى منسوب أسفل الأساسات وصبت ثلاثة خوازيق خرسانية بطول ١٢ متراً لدقها وتعيين الطول اللازم ولقد وردت أسياخ التسليح من أوروبا بطول ١٢ مترا لتفادى لحاملها أو عمل وصلات بها . صبت هذه الخوازيق فى فرم خشبية رفعت بعد ثلاثة أيام من الصب وبدىء فى دقها بعد خمسة وعشرين يوما بواسطة مندالة بخارية ٣ طن وارتفاع دليلها ١٥ مترا وقد تكسرت رؤوس بعض الخوازيق أثناء الدق فاضطر المقاول الى تقليل سقوط المندالة الى ٣٠ سم ووضع أعلى الخازوق برنيطه حديدية — داخلها قليل من الخشب وقطن القطاع بصفة مخدة لوقايته من الكسر ولما وجد أن طول الخوازيق يجب ألا يقل عن ١١ مترا صبت جميع الخوازيق اللازمة وكان معدل الدق ثلاث خوازيق يومياً وبعد أن تم دقها جميعها تحت الكتف والأجنحة كسرت أجزاؤها الزائدة عن منسوب أسفل



منظر الخاروق أثناء دقه



منظر يبين غرفة العمل أثناء التركيب

الأساس وفتحت الأسياخ لتكون طرف رباط بين الخوازيق والأساس ولقد كانت حفرة الأساس محاطة بجسر عرضه خمسة أمتار وبطارد وخشب لوقايتها من المياه ولكن عند ما زاد منسوب النيل قبيل فتح سد أدفينا تسربت المياه فجأة وملأت الحفرة بعد أن عملت فجوة كبيرة فى الطراد الواقى - بحث المقاول عن هذه الفجوة وملأها بشكاير مملوءة بالرمل وتمكن بعد جهد من كتمها وبعد أن تم نزح المياه بثلاث طلمبات تسربت المياه ثانية من فجوة أخرى فعمل المقاول على تقوية الجسر جميعه وبعد نزح المياه بدأ فى صب الأساس ثم الكتف ولم يجد فى ذلك صعوبة تذكر.

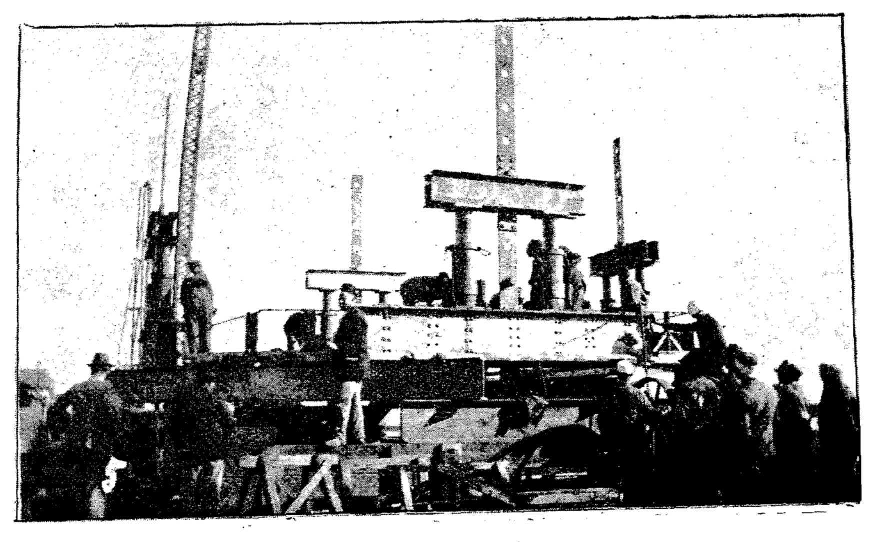
البغال

عين موقع البغلة الاولى ثم دق حوله ٢٢ خازوقاً عمل بينها طبلية خشبية أعلى من منسوب المياه بمتر وخطط عليها محيط القاسون فى مكانه بالضبط ثم ركبت جوانب غرفة العمل وسقفها وبعد أن تمت برشمتها ركبت ألواح الصاج الخارجية بارتفاع خمسة امتار وربطت من الداخل بزوايا

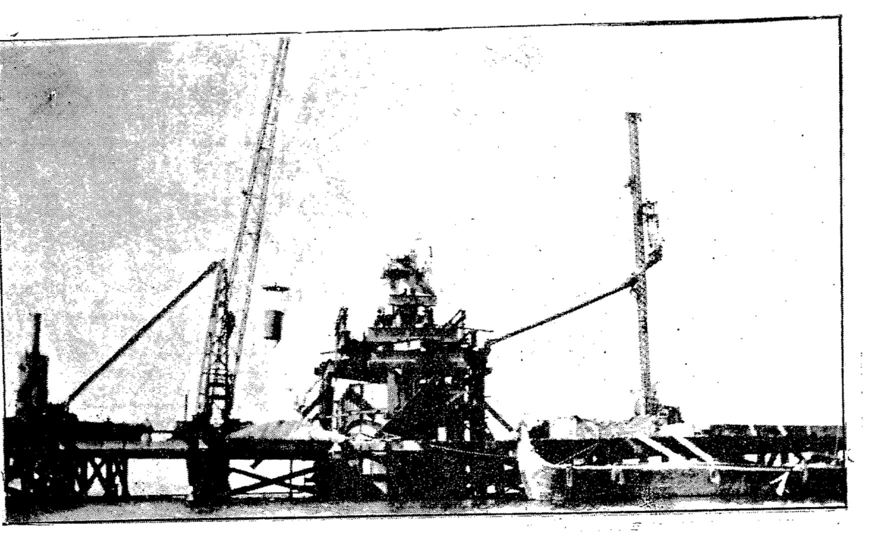
حديدية أفقية ورأسية ومائلة لتقويتها ولعدم انبعاج الصاج أثناء نزول القاسون ثم بدىء فى صب جوانب وسقف غرفة العمل وعملت فرمة خشبية داخل القاسون على بعد ١ر٥ متر من الصاج الخارجى وصبت الحوائط الجانبية بارتفاع مترين

(١) طريقة تنزيل القاسون الى القاع

عملت شدة خشبية فوق الخوازيق المحيطة بالقاسون ومرتفعة خمسة أمتار عن الكوبرى المؤقت ووضع فى اعلاها كمرات حديدية ثبت عليها ستة عفاريت مائية ثم علق القاسون من ستة نقط بواسطة الواح من الصلب نهايتها السفلى بشكل خطاف ترتكز عليه سكينة القاسون ونهايتها العليا معلقة بواسطة خوابير على كمرات حديدية فوق العفاريت المذكورة وبهذه الألواح عدة ثقوب المسافة بينها هى قيمة مشوار العفريتة وبعد تعليق القاسون بهذه الكيفية رفعت الطبلية التى كان يرتكز عليها وأخذ فى تنزيله وطريقة ذلك هى أن يرفع القاسون قليلا بواسطة العفاريت ثم يرفع الخابور من الثقب المقابل للكمرة السفلى



منظر يبين كيفية تعليق القاسون بالعفاريت



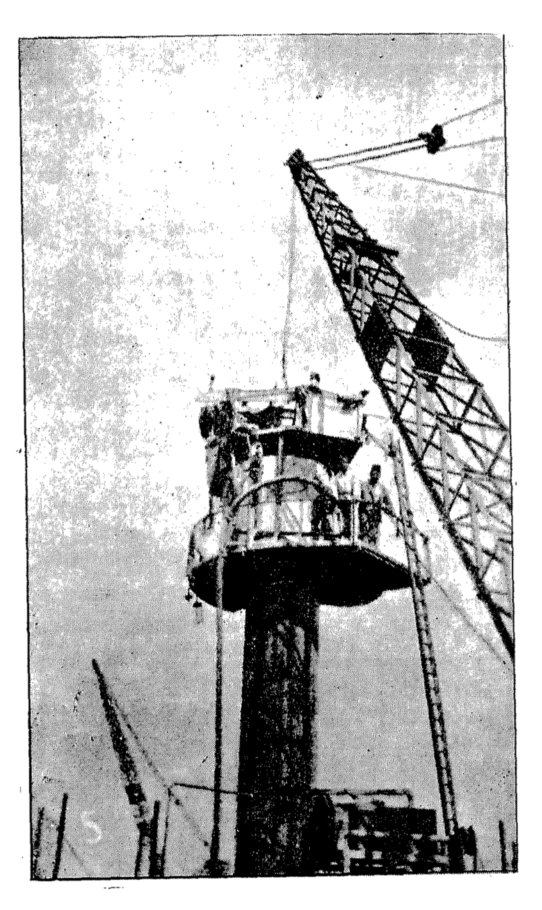
منظر عام يبين القاسون أثناء تغويصه

ويوضع فى ثقب أعلى ثم تهبط العفـاريت تدريجيا فينزل القاسون تبعا لها حتى يعود الخابور فيرتـكز ثانيا على الكمرة وهكذا ينزل القاسون تدريجيا وبانتظام مع استمرار الصب داخله وزيادة تركيب ألواح الصاج الخارجيـة وعمل الفرم الخشبية مع مراعاة أن منسوب الخرسانة داخل القاسون كان دائما أعلى من منسوب ماء النيـل بمتر تقريبا وكانت الخرسانة تخلط ميكانيكيا ثم ترفع فى جردل بواسطة ونش يدار بالبنزين الى ارتفاع ثمانية أمتار حيث يصطدم الجردل برافعه فيفتح بابه وتنزل الخرسانة فى مجارى مائلة من الصاج حتى تصب على طبليـة داخل القاسون حيث تقلب ثانيا وترمى بالـكريكات فى أماكنها .

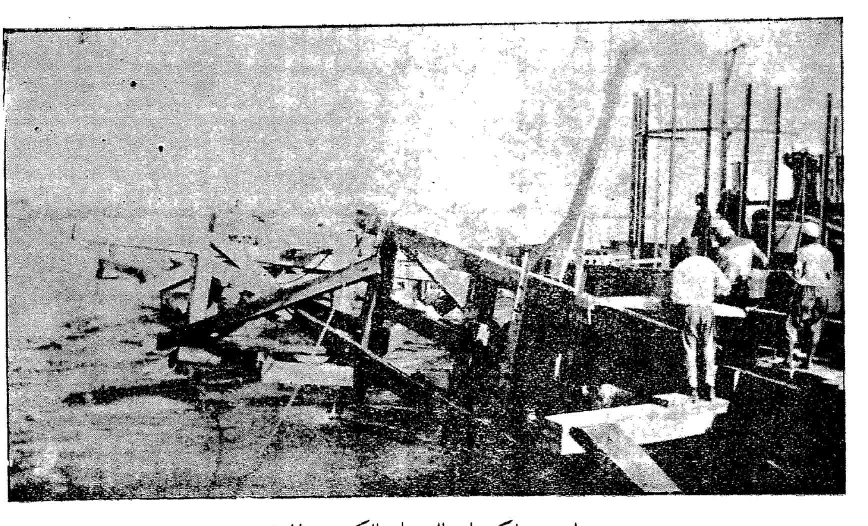
(ب) الحفر تحت القاسون وتغويصه

عند ما وصل القاسون الى قاع النيل بدىء فى تشغيل ماكينات ضغط الهواء ليلا ونهارا بلا انقطاع وأدخل الهواء الى غرفة العمل فطرد جميع ما بها من المياه وبدأ ستة غواصين مع رئيسهم فى النزول اليها وذلك بفتح البـاب الخارجى

للـكبايه وبعـد دخولهم يقفل ويضغط الهواء حتى يصير
مساويا لضغط الهواء فى حجرة العمل ثم يفتح الباب الداخلى
وتنزل العمال على سلم مركب فى المدخنة وكان الضغط وقتئذ
١٥ رطلا على البوصة المربعة — بدأ العمال فى الحفر أسفل
القاسون لتسوية القاع وكانت ترفع الأتربة الناتجة فى جرادل
بواسطة ونش وترمى فى النيل وطريقة نزول الجرادل وخروجها
هى بعينها طريقة نزول الغواصين وكانت كل فرقة منهم
لا تمكث أكثر من خمس ساعات فى اليوم وتبدل بأخرى
وقبل أن تنتهى العمال من تسوية قاع النيل كان ثقل القاسون
قد زاد عن قوة احتمال الشدة الحاملة للعفاريت ولما لم يلاحظ
المقـاول ذلك سمع صوت أزيز وطقطقة فى الخشب فنزلت
العمال وسرعان ما وقعت العفاريت وتكسرت الـكمرات
الخشبية وانثنت الحديدية وسقط القاسون على القاع فمال
الى الجهة الشرقية العميقة ولقد رفعت العفاريت والـكمرات
اذ أصبح الحال فى غنى عنها وترك القاسون يغوص بتأثير ثقله
وأخذ العمال فى الحفر تحته فى الجهة المضادة للميل حتى اعتدل
وأصبح رأسيا الا أنه تحول عن موقعه ٣٠ سم الى الشرق



منظر يبين الكبايه والمدخنه



منظر يبين اكتساح الفيضان للكوبرى المؤقت

واستمر الحفر والصب حتى نزل القاسون ثمانية أمتار تحت القاع ونظرا لضيق قطاع النيل بدق خوازيق الكوبرى المؤقت فلما حل الفيضان زادت سرعة المياه وسببت نحرا فى القاع وأصبح القاسون مهدداً بالخطر ثم زادت سرعة المياه أكثر واكتسحت الجزء الممتد من الكوبرى المؤقت شرقى القاسون وعند ذلك أوقف العمل حيث كان الكوبرى الممتد من القاسون الى الشاطىء الغربى يهتز اهتزازات عظيمة ورفعت من فوقه ماكينات خلط الخرسانة كما ان الونش المثبت فوقه والمستعمل فى رفع الأتربة أصبح بحالة لا تمكنه من الرفع — ولوقاية القاسون أسرع المقاول باستحضار ٤٠٠ متر مكعب من الدبش وألقاها حوله من مراكب راسية على بعد أربعين متراً من الأمام واضطر للانتظار حتى قلت سرعة التيار ثم بدىء فى تقوية الكوبرى المؤقت الى ما بعد بغلة الصنية كما ان العمل بدىء فى تغويص القاسون وصب الخرسانة داخله وكلما زاد نزول القاسون زيد ضغط الهواء ولما انتهى الصب الى أعلى القاسون عمل فوقه طابق خرسانى مسلح واستمر التغويص حتى وصلت السكينة الى المنسوب

المطلوب وهو (— ٣٠) وكان ضغط الهواء وقتئذ ٤٥ رطلا على البوصة المربعة والشكل نمرة ١١ يبين مناسيب السكينة وضغط الهواء أثناء النزول - بعد ذلك بدأ العمال فى تنظيف حجرة العمل وتسوية القاع ثم ملئه بالخرسانة تدريجيا من الحافة الى الوسط وكانت تنزل الخرسانة فى جرادل الحفر وبعد أن تم ملء الحجرة بالخرسانة ملءً محكما كبس فيها اسمنت سائل (لبانى) بطريقة الهواء المضغوط ليملأ أى فراغ فى الخرسانة وبعد مضى ٤٨ ساعة من الصب أوقف الهواء المضغوط تدريجيا وفكت المدخنة وملىء مكانها فى الطابق العلوى بالخرسانة المسلحة

هـ) بناء البغلة

بنيت البغلة من الخرسانة فوق المخدة العليا للقاسون بعد عمل امتداد مؤقت لصاج القاسون وذلك لحجز مياه للنيل ولقد وجد ان المقاول أخطأ فى عمل الاحجار الصناعية الجزء المستدير من البغلة حيث جعل قطر الدوران ٥٫٥٠ متر بدلا من ٣٫٥٠ متر حسب التصميم ولما كان قد صب جميع هذه الاحجار أخذ يفكر فى كيفية استعمال هذه

الاحجار ولقد ابدى له أحد مراقبي المصلحة فكرة حسنة في ذلك وهي بناء الحجارة بالنسبة لمركزين بدلا من مركز واحد ـ وهذا يؤدى إلى تغيير شكل البغلة النصف دائرى إلى شكل مدبب كما في (الشكل نمرة ١٢) ولقد طلب المقاول موافقة المصلحة على ذلك ولما لم تجد المصلحة مانعاً من ذلك خاصة وان هذا شكل شائع الاستعمال في بغال قناطر الرى حيث يسهل مرور المياه ويقلل من الحجز اخطرت المقاول بالموافقة وبعد أن تم بناء البغلة صب في أعلاها مخدة من الخرسانة المسلحة عليها ترتكز كراسى الكبرى ثم رفعت بعد ذلك الواح الصاج التي حول البغلة.

باقي القواسين

وقد غوصت باقي القواسين بالطريقة السابقة ولم يتخلل ذلك صعوبات ما

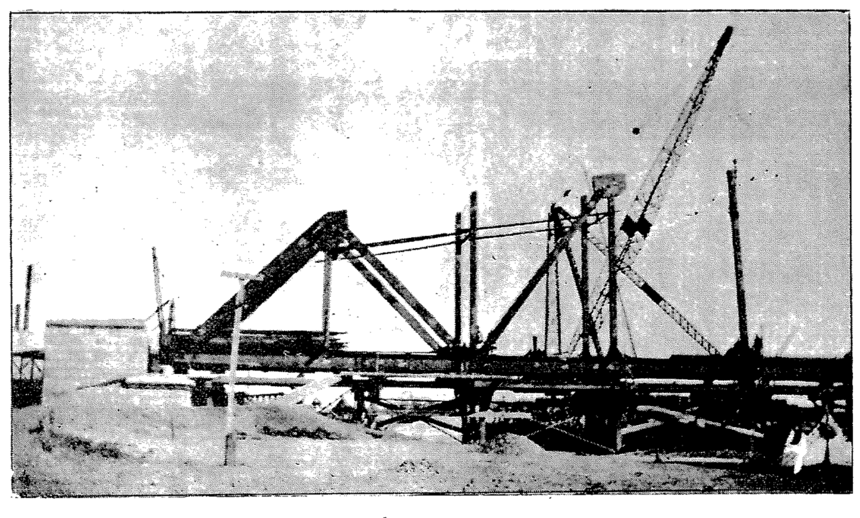
الكتف الشرقي

لا يختلف عن الكتف الغربي في شيء غير ان الخوازيق المقام عليها صبت بطول ١٦ مترا كما استلزمته نتيجة

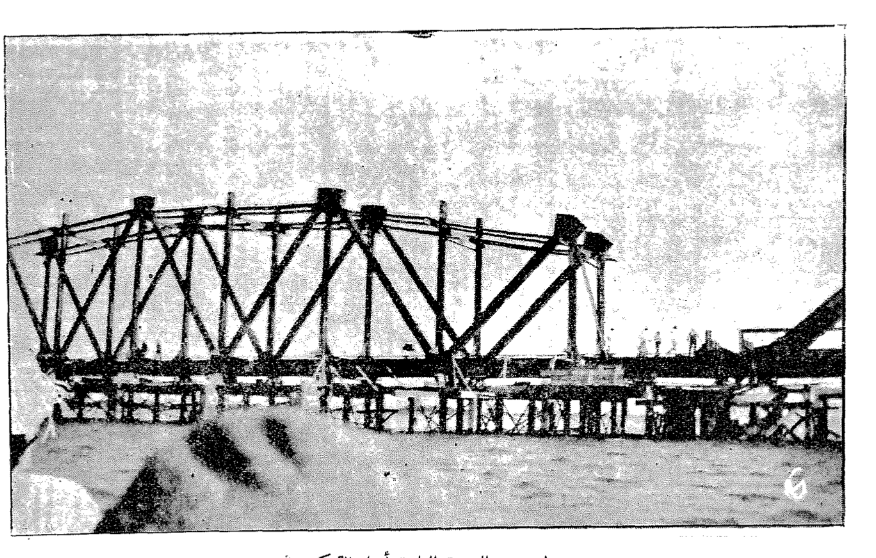
التجربة وهنا استعمل المقاول بطارد وحديدا بدل الخشب ولم تتسرب المياه إلى الحفرة كما حصل فى الكتف الغربى . ولما كانت الخوازيق تغوص فى الطمى بسهولة لم يعتمد على مقاومتها الجانبية لتلاقى ضغط التراب الأفقى على الكتف. فربط بواسطة شدادات مثبتة فى لوحة من الخرسانة المسلحة على بعد عشرين مترا خلف الكتف .

تركيب الجزء المعدنى

بعد أن تم بناء الكتف الغربى والبغلة الأولى وضعت الكراسى فى مواضعها ثم بدىء فى نقل الكمرات من الشاطىء ووضعت فوق الكوبرى المؤقت بواسطة ونش كبير مركب على صندلين وركبت الكمرات الرئيسية أولا ثم العرضية ويليها الكمرات الحاملة للسكة الحديدية وبعدها ركبت العواميد الرئيسية ثم المائلة وبعد ذلك ركبت الكمرات العليا والمقصات وكان رباط هذه الكمرات ببعضها بواسطة السقط ومسامير القلاووظ بنسبة ٢ : ١ وجميعها حوالى ثلث مسامير البرشام اللازمة بعد ذلك أعطى وتر الكمرات



منظر يبين الفتحة الثابتة أثناء التركيب



منظر يبين الفتحة الثابتة أثناء التركيب

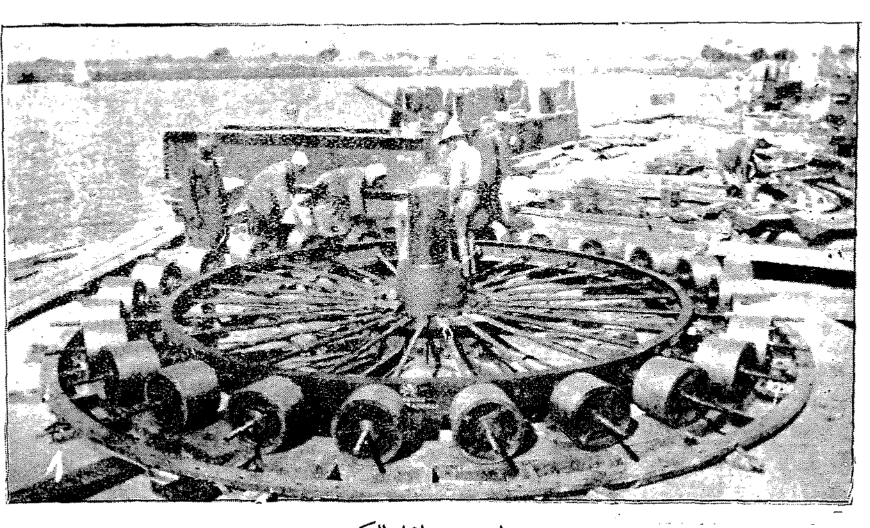
الرئيسية السفلى (وبالتبعية الوتر العلوى وحاملات السكة) تقوسا الى أعلى (Camber) قدره ٦٣ ملليمتراً روعى فى حسابه أن تعود الكمرات الى الوضع الأفقى تحت تأثير ثقل الكبرى بعد رفع القرض من تحته وتأثير نصف الحمل المتحرك أى وزن القطار عند وقوفه على الكبرى (وقد رخم الكبرى فعلا بعد رفع القرض ٣٥ ملليمتراً وعند وقوف القطار على الكبرى زاد الترخيم ١٦ ملليمتراً زالت بعد مرور القطار فيكون النقص عن الحساب ١١ ملليمتراً) وقد ضبط هذا التقوس بوضع عفاريت (قوة ٢٤٠ طن تدفع بواسطة طلمبة مائية) تحت وصلات الوتر السفلى ومرتكزة من أسفل على خوازيق الكبرى المؤقت وبواسطتها يرفع الوتر حتى يأخذ الشكل المطلوب ثم توضع تحت كل وصلة كراسى ثابتة وترفع العفاريت غير أن مصاعب جمة اكتنفت هذا العمل حيث كانت خوازيق الكبرى المؤقت تغوص بالعفاريت بدلا من رفعها الكبرى وبعد أن تم ذلك روجع التقوس بمعرفة مهندس المصلحة كما روجع محور الجزء المعدنى فوجد مستقيما ومنطبقاً مع محور المبانى وبعد ذلك صرح للمقاول بعمل

البرشام فبدأ ذلك بواسطة ساندات ومطارق تشتغل بالهواء المضغوط ولقد تم عمل جميع البرشام بهذه الطريقة ما خلا بعض المسامير الموجودة فى الأركان الضيقة حيث كانت تبرشم باليد لصعوبة برشمتها بالطريقة الأولى ولقد وجد أن نسبة البرشام الشرك فى الحالة الأولى تتراوح بين ٢ ٪ و ٥ ٪ وفى الثانية بين ٥ ٪ و ١٠ ٪ تقريباً وبعد أن تمت برشمة الفتحة الأولى بدىء فى برشمة كوابيل المشايات ثم رفعت نهايات الكمرتان الرئيسيتان الى المنسوب المطلوب بالضبط بواسطة أربع عفاريت ولسهولة الرفع رفعت النهايات المرتكزة على الكتف أولا ثم ثبتت الكراسى فى مخدة الكتف بواسطة صب مونة أسمنت سائلة ضغطت جيداً بين الكراسى والمخدة ثم رفعت النهايات المرتكزة على البغلة الأولى وثبتت الكراسى بنفس الطريقة .

بعد ذلك وضعت الكمرات الطولية الحاملة للمشايات والافريز على الكوابيل وربطت بها ثم وضع فوقها الكمرات الخشبية العرضية وبعد ربطها بمسامير قلاووظ لوحت من أعلى ثم رفعت الخوازيق الخشبية للكبرى المؤقت بعضها



منظر جانبي للفتحة الثابتة أثناء التركيب



منظر يبين درافيل الكبرى

بونش والبعض الآخر بمندالة رفع وبمثل هذه الطريقة ركب الجزء المعدنى للفتحات الثابتة الأخرى .

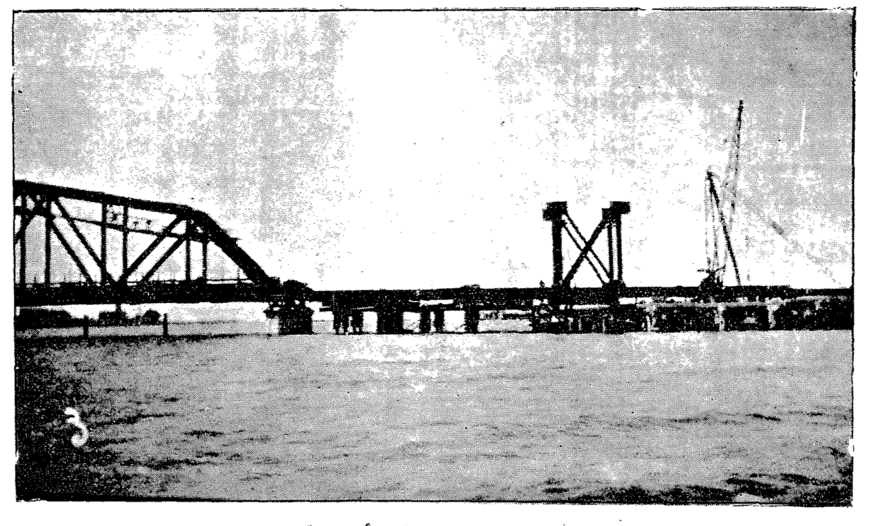
الفتحة الملاحية

بدىء فى تركيب محركات الدوران وبعد تثبيتها فى بغلة الصنية ركبت فوقها كمرات السكة ثم الكمرات العرضية والجزء الأوسط من الكمرتين الرئيسيتين يليها باقى الأجزاء الى النهايتين وبعد عمل تقوس فى الكمرات قدره ١٤ ملليمتراً عمل البرشام ثم ثبتت الخوابير ومحركات رفع الكوبرى فى المبانى ولقد كان المفروض أن تعود الكمرات الرئيسية الى الوضع الأفقى وتهبط عنه ١٨ ملليمتراً تحت تأثير ثقل الكوبرى وأقصى فرق فى درجة الحرارة بين أعلى وأسفل الكمرات الرئيسية ترفع الخوابير هذا الترخيم ليعود الكوبرى أفقياً عند تثبيته . ولكن ماحدث هو أن الكمرات رخمت ١٢ ملليمتراً تحت تأثير ثقلها أى بنسبة $\frac{٢}{٣}$ الترخيم المحسوب وأضيف الى ذلك ٩ ملليمتر نظير فرق الحرارة فيكون أقصى نزولها عن الأفقى ٧ ملليمتر

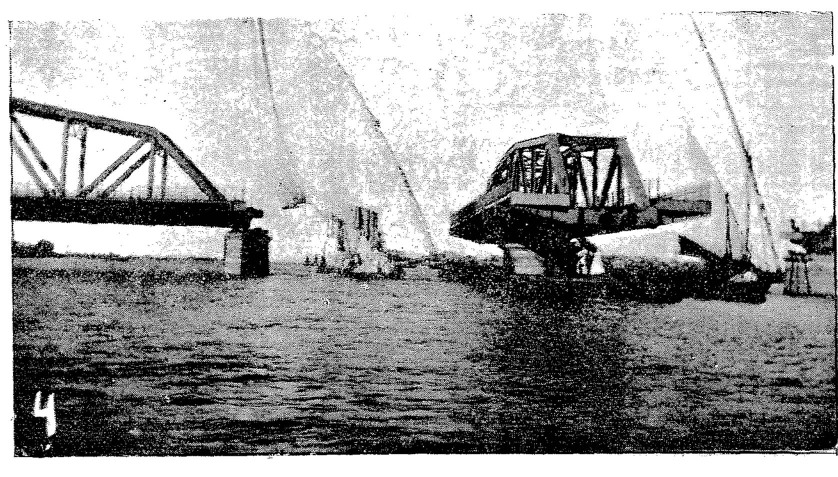
وترفع الخوابير طرف الكمرات بمقدار ستة ملليمتر لمنع رد الفعل السلبي مضافا عليها الترخيم الناشىء من فرق الحرارة أى أن الوضع الأخير لطرف الكمرات هـو فوق الافق بمقدار ٨ ملليمتر — ويصعب فى تركيب الكبارى المتحركة أن تحمل جميع الدرافيل ولذلك يحسب نصف عددها فقط لحمل الكوبرى وقد حدث بعد تركيب كوبرى ادفينا أن وجد خمسة درافيل فى ربع واحد غير محملة فوضعت لينه بين الكمر ومجرى الدرافيل العلوى حتى أصبحت جميع الدرافيل محملة

دهان الكبرى

وردت جميع الاجزاء الحديدية من المصانع مدهونة وجهاً واحداً ببوية ترباى بنى وبعد ان تم تركيبها وبرشمتها بدىء فى مراشمة وتنظيف جميع الاجزاء الصدئة ثم دهنت بطبقة ثانية من البوية البنى ثم بطبقة ثالثة رمادى قاتم فالطبقة الرابعة النهائية رمادى فاتح ويقوم الوجهان الأولان من هذه البوية مقام السلاقون فى البويات الاخرى .



منظر يبين الفتحة المتحركة أثناء التركيب



منظر الفتحة الملاحية عند فتحها

منظر عمومى للكوبرى بعد تنفيذه

برنامج التنفيذ

الشكل (نمرة ١٣) جدول يبين المدد المختلفة التى استغرقها كل جزء من العمل

وضع السكة

بعد أن تم دهان الكوبرى ثبتت الفلنكات فوق الكمرات الحاملة للسكة وثبتت فيها القضبان ولامكان تمددها عملت لها ابر تمدد فى نهاية كل فتحة اذ انه جارى لحام القضبان بطول ٨٠ متراً لمنع الضربات الناشئة من مرور العجلات على فجوات التمدد التى تترك عادة بين القضبان كل ١٢ مترا وقد عهد إلى شركة ترام الرمل بالقيام بعمل اللحام بطريقة جولد شميد المتبعة فى لحام قضبان الترام .

مساكن العمال

لما كانت صيانة الكوبرى وفتحه للملاحة يومياً تحتاج إلى عمال مقيمين من برادين وبحارة وملاحظ يشرف عليهم لذلك قامت المصلحة ببناء مساكن لهم بجوار الكوبرى

تماما وتتكون هذه المساكن من منزل للملاحظ وامامه المكاتب ثم عنبرين لسكن البرادين والبحارة والخفراء .

التكسية

لوقاية جسور النيل عند موقع الكوبرى قامت المصلحة بعمل تكسية على ميل الجسور بطول ٥٠ مترا امام الكوبرى ومثلها خلفه ولقد بنيت هذه التكسية بمونة الأسمنت والرمل

الاحبال المقطرنة

لما كان الخشب يتآكل بسرعة وبغير انتظام بمرور السيارات والدواب عليه غطى سطح المشايات فوق الكوبرى بطبقة من الأحبال المقطرنة بسمك ٣ر٥٠ سم ولقد وردت هذه الأحبال من أوروبا بشكل حصائر وتتكون كل حصيرة من خمسة احبال مجدولة ببعضها جيداً وبعد أن غرقت فى حمام ساخن من القطران التركى تركت لتجف ثم غرقت ثانياً فى حمام ساخن من قطران الجاز وبعد جفافها قطعت إلى أطوال مساوية لعرض المشاية ثم سمرت فى الواح المشايات بعد ان جمعت الحصائر إلى بعضها جيداً بوضعها بين مراين

من الخشب وكبسها بالعتل وبعـد أن تم تثبيتها دهنت بطبقة من قطران الجاز ثم رشت بالرمل ولقد جربت المصلحة هذه الاحبال فى كوبرى امبابه لمدة عشر سنوات فوجد أنها تتحمل كثيراً عن الخشب وعاشت مدة طويلة وتجرى تجارب فى امريكا لاستعمال القطن فى رصف الشوارع بكيفية مشابهة للطريقة المذكورة .

التجربة

انتهى عمل المقاول فى الكوبرى يوم ١٤ ابريل سنة ١٩٣٢ أى قبل الميعاد المحدد بتسعة أيام ثم قام اثنان من مهندسى المصلحة كل على حدة بعمل الميزانية اللازمة على جميع المبانى والكمرات الرئيسية والفرعية فى عـدة نقط وتحدد يوم ٢٥ ابريل لابتداء عمل التجربة . .

يوم ٢٥ ابريل — حملت المشايات والتلتوارات بحمل موزع مقداره ٤٠٠ كيلو جرام على المتر المسطح وذلك بواسطة شكاير مملوءة بالرمل .

يوم ٢٦ ابريل — يتكون قطار التجربة من قاطرتين كبيرتين من الطبقة الثانية وزن الواحدة ١٣٧ طن واربع عربات هنجارى وزن كل منها ١٧ طن ومحملة بقضبان وتقاطعات خردة وزنها ٣٠ طن — وقف هذا القطار على كل فتحة مدة عشر دقائق وقيس الترخيم والجهود فى وسط الكمرات الرئيسية ثم مر القطار على الكوبرى بسرع مختلفة مبتدئا من سرعة ١٥ الى ٧٤ كيلو متر فى الساعة وفى كل حالة كانت تقاس الجهود والترخيم وفى الجدول الآتى ملخص لبعض هذه النتائج .

سرعة القطار	الجهد فى وسط الكمرة الرئيسية للفتحة الثابتة	الترخيم بالمليمترات			
		الفتحة الثابتة (ا)	الفتحة الثابتة (جـ)	الفتحة الثابتة (د)	الفتحة المتحرك (ب)
	كجم على المليمتر المسطح				
القطار واقف مدة ١٠ دقائق	٢ر٧٠	١٥ر٦	١٥ر٠	١٢ر٠٠	٢ر٠
« بسرعة ١٥ كيلو متر فى الساعة	٣ر٠٠	١٥ر٦	١٥ر٠	١٢ر٠	
« « ٣٠ « «	٣ر٠٠		١٥ر٦	١٢ر٥	
قاطرتين « ٤٠ « «	١ر٩٠	١٤ر٢	١٣ر٦	١٢ر٠	
قاطرة « ٥٤ « «		٩ر٦	٨ر٠	٦ر٤	٢ر٠
« « ٦٤ « «	١ر٥٠	٩ر٦		٦ر٤	٢ر١
« « ٧٤ « «		٩ر٠	٧ر٥	٦ر٠	٢ر١

ويلاحظ ان جميع هذا الترخيم قد زال بمجرد خروج القطار من الكوبرى مما يدل على ان الوصلات بين أعضاء الكوبرى خالية من العيوب .

أقصى ترخيم:
- ١٥ر٦ مليمتر الحقيقى لقطر التجربة
- ٢٢ر٢ « المحسوب لقطر التجربة
- ٢٤ر٩ « « « التصميم

أقصى جهد فى وسط الكمرات الرئيسية:
- ٣ر٠٠ كيلو جرام على المليمتر المسطح الحقيقى لقطر التجربة والطرق
- ٣ر٣٦ كيلوجرام على المليمتر المسطح المحسوب لقطر التجربة والطرق
- ٢ر٧٠ كيلوجرام على المليمتر المسطح المحسوب لقطر التصميم والطرق

الفتحة الملاحية

فتح الكبرى وأغلق ثلاث مرات وكان متوسط النتائج كالآتى

(ا) رفع الكوبرى بالخوابير

	الموجود بدفتر الشروط	الحقيق
الزمن	٠٠ — ٦َ	٣٠ — ٣َ
عدد الرجال على كل مفتاح	٣	٤ (١)
قيمة الرفع	١٩ ملليمتر	١٣ ملليمتر

(١) ولقد وجد ان ثلاث رجال يمكنهم رفع الكوبرى بصعوبة كبيرة

(ب) دوران الكوبرى

	الموجود بدفتر بالشروط	الحقيق
الزمن	٠ — ٣َ	٠ — ٣َ
عدد الرجال على كل مفتاح	٣	٢

م) زمن تحريك قضبان التمدد وربطهم بقضبان الفتحة الثابتة = ٠ — ٥َ دقائق فيكون الزمن الكلى لفتح الكوبرى هو ٣٠ — ١١َ ومثله فى القفل

فحصت جميع الأجزاء الميكانيكية الخاصة بدوران الكوبرى وتثبيته فلم تظهر بها عيوب كما ان جميع الدرافيل وجدت محملة وجميع كراسى الفتحات الثابتة وجدت بحالة مرضية

الصنادل والعوامات — حمل كل صندل وعوامة بحمل موزع قدره ١٠٠ كيلو جرام على المتر المسطح من المشايات وكان الغاسط ٣٤سم للاولى و٧٥سم للثانية وبعد مضى ساعتين من التحميل فحصت جميع الغرف والقاع والجوانب فوجدت مانعة لرشح المياه داخلها .

يوم ٢٨ ابريل — المبانى — فحصت جميع المبانى فلم تظهر بها شقوق أو عيوب ثم عملت عليها ميزانية فوجد ان أقصى هبوط فيها كان ثلاثة ملليمترات فقط .

اليد المصرية التى قامت بتصميم الكوبرى

نظراً لان جميع الكبارى التى عملت فى مصر للآن كان يقوم بتصميمها وتنفيذها شركات أو مقاولون أجانب وقد ظهر فى بعضها عيوب فى التصميم واثناء التنفيذ مما كلف

الحكومة مصاريف باهظة ولما كان دليل المصالح فى التفضيل بين عطاء مقاول وآخر هو قيمة العطاء مالياً ثم قيمة التصميم من الوجهة الفنية ويلى ذلك اعتبارات أخرى كشهرة المقاول وسابق قيامه باعمال مشابهة ولما كان اهم ذلك هو قيمة التصميم من الوجهة الفنية ومطابقته للغرض المطلوب فنحن لو رفعنا هذا الواجب عن عاتق المقاول وحصرنا نقط التفضيل للعطاءات فى الدائرة المالية وشهرة المقاول وتلك نقط واضحة لا لبس فيها ولا غموض سهل على الرأى العام مشاركتنا فى تقديرها فنكسب بذلك ثقته .

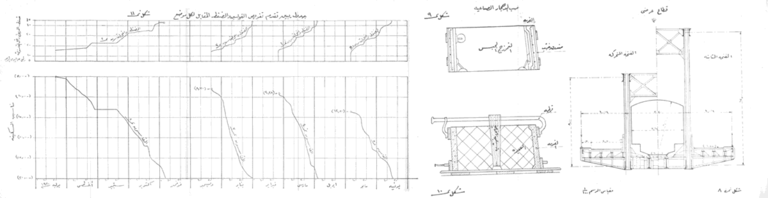
ولما كان من الطبيعى اننا اعرف بحاجات بلادنا وما يطابقها من التصميمات من مقاول اجنبى على ما له من خبرة قد لا يجيد فهم ظروفنا والالمام بها . فكرت مصلحة السكك الحديدية فى القيام بعمل التصميم والحساب اللازم لجميع كباريها والرسومات التفصيلية لذلك وتقديم المواصفات اللازمة

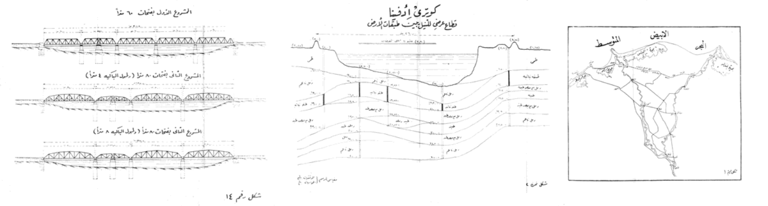
وقد بدأ مهندسو قلم الكبارى فى تصميم كوبرى ادفينا فى أول ابريل سنة ١٩٢٩ وانتهت جميع الحسابات والرسومات

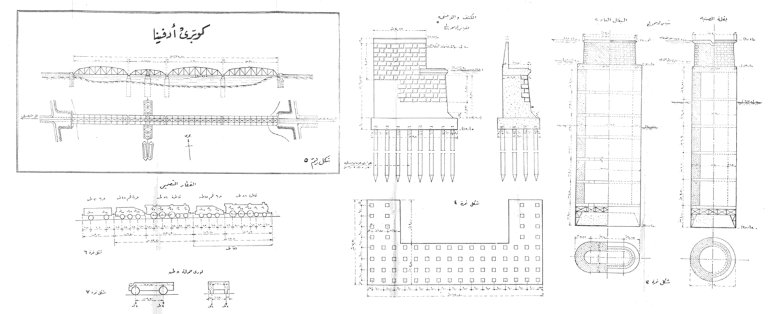
فى آخر اغسطس من السنة المذكورة أى فى مدى خمسة اشهر ويسرنى ان أقول ان احدا من المقاولين الذين قدموا عطاءات فى كوبرى أدفينا لم يجد انتقادا أو نقصا أو تعديلا يوجهه نحو التصميم .

وآمل أن يصل بناتكرار تجاربنا وتتبعنا للحركة العامية أن نسير فى مستوى واحد مع مهندسى البلاد الاجنبية الكبيرة





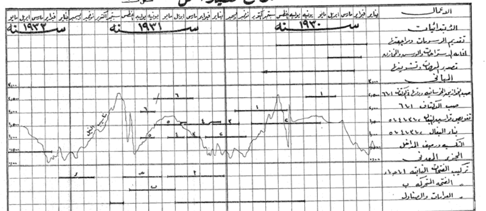

المشروع الأول بفتحات ٦٠ متراً
المشروع الثانى بفتحات ٨٠ متراً (والمرل الباكيه ٤ متراً)
المشروع الثانى بفتحات ٨٠ متراً (والمرل الباكيه ٨ متراً)
شكل رقم ١٤
كوبرى إدفينا
قطاع عرضي للنيل يبين طبقات الأرض
البحر
الابيض
المتوسط
شكل رقم ١



كوبري أدفينا
شكل رقم ٥
القطار التصميمي
شكل نمرة ٦
لورى حمولة ٨ طن
شكل نمرة ٧
الكتف والوسطى
شكل نمرة ٤
بغلة الصدفة
شكل نمرة ٨

برنامج تنفيذ العمل

شكل نمرة ١٣



شكل نمرة ١٤

